

50

Int. Cl. 3:

G 01 F 23/26

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

Behörde

11

Offenlegungsschrift

29 24 556

20

Aktenzeichen: P 29 24 556.5

22

Anmeldetag: 19. 6. 79

24

Offenlegungstag: 22. 1. 81

30

Unionspriorität:

32 33 34

—

34

Bezeichnung: Füllstandsanzeigeeinrichtung

11

Anmelder: Eaton GmbH & Co KG, 7778 Markdorf

12

Erfinder: Willner, Lutz, Dr., 7987 Weingarten

DE 29 24 556 A 1

DE 29 24 556 A 1

2924556

Patentanwälte Dipl.-Ing. W. Schermann Dr.-Ing. R. Rüger
7300 Esslingen (Neckar), Webergasse 3, Postfach 348

18. Juni 1979
PA 176 bawa

Telefon
Stuttgart (0711) 35 65 39
35 98 19
Telex 07 256810 emru
Telegramme Patentschutz
Esslingen(necker)

Patentansprüche

1. Füllstandsanzeigeeinrichtung eines mit einem fließfähigen Stoff gefüllten Behälters mit einem Meßwertaufnehmer, der ein mit dem Behälter verbundenes Standrohr aufweist, in dem eine von dem Füllstand in dem Behälter abhängige Säule des Stoffes steht, dadurch gekennzeichnet, daß das Standrohr (3) einen axial sich erstreckenden Meßbereich mit wenigstens einem elektrisch leitenden Bereich (4, 5; 4a, 4b, 4c; 5a, 5b, 5c) aufweist, der zusammen mit einer weiteren Elektrode (4, 5; 4a, 4b, 4c; 5a, 5b, 5c; 70) einen Kondensator bildet, dessen Elektrodenzwischenraum wenigstens teilweise mit dem Stoff (2) in dem Standrohr (3) gefüllt ist und daß zur Messung der elektrischen Kapazität des so gebildeten veränderlichen Kondensators dieser mit Eingangsanschlüssen (8, 9) einer Meßschaltung (12) verbunden ist.
2. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Standrohr (3) aus elektrisch nichtleitendem Material besteht und der elektrisch leitende Bereich aus einer auf dem Standrohr (3) aufgebrachten, axial sich erstreckenden, elektrisch leitenden Beschichtung besteht.
3. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Beschichtung über den gesamten Meßbereich erstreckt.

030064/0040

4. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Meßbereiches mehrere elektrisch leitende Bereiche vorhanden sind, die axial im Abstand zueinander angeordnet sind.
5. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrisch leitende Bereich von dem wenigstens über die gesamte Länge des Meßbereiches elektrisch leitenden Standrohr (3) gebildet ist.
6. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß etwa mittig in dem Standrohr (3) ein elektrischer Leiter (70) angeordnet ist, der die weitere Elektrode des veränderlichen Kondensators bildet.
7. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrisch leitende Bereich entlang einem Teil des Umfanges des Standrohres (3) vorhanden ist und daß die weitere Elektrode von einer elektrisch leitenden Beschichtung (4, 5; 4a - 4c, 5a - 5c) gebildet ist, die der ersten Beschichtung (4, 5; 4a - 4c, 5a - 5c), bezogen auf die Rohrachse, diametral gegenübersteht.
8. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Beschichtungen (4, 5) über die gesamte Meßbereichslänge des Standrohres aufgetragen sind.
9. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Beschichtungen (4a - 4c, 5a - 5c) in mehrere, längs des Meßbereiches axial im Abstand zueinander stehende Abschnitte aufgeteilt sind.

030064/0040

2924556

10. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine der beiden Be- schichtungen (4, 5) über die gesamte Meßbereich- länge des Standrohres (3) und die andere Be- schichtung in mehreren axial sich erstreckenden Abschnitten aufgetragen ist, die jeweils axial im Abstand zueinander angeordnet sind.
11. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach den Ansprüchen 6, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem in seinem Füllstand zu messenden Stoff (2) in dem Standrohr (3) weiteres mit dem Stoff (2) unver- mischbares Material mit großer Dielektrizitäts- konstante und/oder elektrischer Leitfähigkeit geschichtet ist, das auf dem Stoff schwimmt.
12. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Material aus einem festen Block besteht.
13. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das auf dem Stoff (2) in dem Standrohr (3) schwimmende Material gekörnt ist.
14. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das unvermischbare Material in flüssiger Form auf dem Stoff (2) in dem Standrohr (3) schwimmt.
15. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach einem der Ansprüche 4, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden, durch einen elektrisch leitenden Bereich und eine weitere Elektrode gebildeten Kondensator eine Meß- schaltung (12) vorhanden ist.

030064/0040

2924556

16. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach einem der Ansprüche 4, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die durch den elektrisch leitenden Bereich und eine weitere Elektrode gebildeten Kondensatoren an den Eingangsanschlüssen (8, 9) der Meßschaltung (12) parallel geschaltet sind.
17. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach einem der Ansprüche 4, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß für alle durch einen elektrisch leitenden Bereich und eine weitere Elektrode gebildeten Kondensatoren eine einzige Meßschaltung (12) vorgesehen ist, die im Zeitmultiplexverfahren mit den einzelnen Kondensatoren verbunden wird.
18. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung (12) eine Wechselspannungsquelle (15) und eine Kapazitätsmeßbrücke enthält, von der ein Zweig (10, 11) mit den Eingangsanschlüssen (8, 9) verbunden ist, und deren Diagonalspannung in einen Verstärker (16) eingespeist wird, dessen Ausgangsspannung einer Anzeigeeinrichtung (19) zugeführt wird.
19. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschaltung (12) einen Oszillatoren (20) aufweist, dessen Frequenz abhängig von der Kapazität an den Eingangsanschlüssen (8, 9) ist.
20. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Oszillators (20) parallel mehreren frequenzselektiven Verstärkereinrichtungen (30, 40, 50) zuge-

030064/0040

2924556

führt wird, an die jeweils eine Anzeigeeinrichtung (60, 61, 62) angeschlossen ist und deren Durchlaßfrequenzbereiche jeweils so eingestellt sind, daß bei der jeweils in Abhängigkeit von dem Füllstand erreichten Oszillatorkreisfrequenz wenigstens eine Anzeigeeinrichtung (60, 61, 62) anzeigt.

21. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Oszillators (20) einem Frequenzzähler zugeführt wird, dessen Zählerstand ein Maß für den Füllstand ist.
22. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Oszillators (20) einem FM-Demodulator zugeführt wird, dessen Ausgangssignal in einen Fenster-Diskriminator eingespeist wird, der eine Reihe von Anzeigeeinrichtungen ansteuert.
23. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach einem der Ansprüche 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Standrohr (3) im wesentlichen rechteckige Querschnittsgestalt aufweist und die Beschichtungen (4, 5; 4a - 4c, 5a - 5c) jeweils an den Längsseiten des Rechteckquerschnittes angebracht sind.
24. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach einem der Ansprüche 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Standrohr (3) ein im wesentlichen ovales Querschnittsprofil aufweist und die Beschichtungen (4, 5; 4a - 4c, 5a - 5c) jeweils an den Längsseiten des Querschnittsprofiles angebracht sind.

2924556

25. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Standrohr (3) in Längsrichtung unterschiedliche Querschnitte aufweist.
26. Füllstandsanzeigeeinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich die elektrisch wirksame Breite der Beschichtungen (4, 5; 4a - 4c, 5a - 5c) entlang dem Umfang des Standrohres (3) gemessen mit der Längserstreckung des Standrohres (3) ändert.

030064/0040

Eaton GmbH & Co. KG., 7778 Markdorf

Füllstandsanzeigeeinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Füllstandsanzeigeeinrichtung eines mit einem fließfähigen Stoff gefüllten Behälters mit einem Meßwertaufnehmer, der ein mit dem Behälter verbundenes Standrohr aufweist, in dem eine von dem Füllstand in dem Behälter abhängige Säule des Stoffes steht.

Es ist bekannt, den Füllstand in einem Behälter beispielsweise mittels druckabhängiger Schalter zu ermitteln. Die Messung des Füllstandes mittels druckabhängiger Schalter ist insbesondere bei der Verwendung in Waschmaschinen oder Geschirrspülmaschinen, also bei verhältnismäßig geringen Füllhöhen relativ ungenau. Die Druckschalter bringen weiterhin den Nachteil mit sich, daß sie verschleißbehaftet und teuer in der Fertigung sind.

Eine andere Möglichkeit, den Füllstand in einem Behälter zu erfassen, besteht in der Verwendung eines Schwimmers, der seinerseits ein Potentiometer oder einen Schalter betätigt.

Auch dieses Meßverfahren ist wegen der sich bewegenden mechanischen Teile verschleißbehaftet und verhältnismäßig teuer in der Justage und beim Einbau.

Die Verwendung eines Schwimmers zur Füllstandsanzeige benötigt einen gewissen Platz, der in zu überwachenden Geräten keineswegs einfach bereitzustellen ist.

Als nichtmechanisches Verfahren zur Erfassung des Füllstandes ist beispielsweise die Durchstrahlungsmethode mittels radioaktiver Isotope bekannt.

Diese Methode ist zwar relativ genau, birgt aber in sich alle Gefahren radioaktiver Strahlenquellen und scheidet somit für eine ganze Reihe von Anwendungsfällen von vornherein aus.

Auch die Verwendung von Schallsonden zur Ermittlung des Füllstandes ist ein nichtmechanisches Verfahren, das ohne bewegte Teile auskommt, erfordert jedoch einen verhältnismäßig großen Bauteileaufwand. Insbesondere die Schallwandler stellen, mechanisch gesehen, relativ komplizierte Gebilde dar. Auch die daran angeschlossene elektronische Schaltung ist keineswegs so einfach, daß sie in großen Stückzahlen preiswert herstellbar ist.

Schließlich ist es bekannt, zur Füllstandserfassung Heiß- oder Kaltleiter zu verwenden, die nach Eintauchen in das zu messende Medium mehr oder weniger sprunghaft und mehr oder weniger schnell ihren Widerstandswert ändern.

Zwar ist die notwendige elektronische Schaltung, an die ein derartiger Thermistor angeschlossen werden muß, verhältnismäßig einfach, doch kann mit einer derartigen Methode der Füllstand in der Regel nur diskontinuierlich erfaßt werden. Obendrein ist das Meßverfahren im wesentlichen auf flüssige Stoffe beschränkt.

Aufgrund der thermischen Abkühl- bzw. Aufheizzeitkonstante des jeweils verwendeten Thermistors ergibt sich eine Totzeit der Füllstandsanzeige, die bei gewissen Anwendungen zu erheblichen Betriebsstörungen Anlaß geben kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Füllstandsanzeigeeinrichtung zu schaffen, die keine bewegten mechanischen Teile enthält, verzögerungsfrei und trägeheitslos anspricht und einen einfach herstellbaren robusten Meßwertaufnehmer enthält.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist die erfindungsgemäße Füllstandsanzeigeeinrichtung dadurch gekennzeichnet, daß das Standrohr einen axial sich erstreckenden Meßbereich mit wenigstens einem leitenden Bereich aufweist, der zusammen mit einer weiteren Elektrode einen Kondensator bildet, dessen Elektrodenzwischenraum wenigstens teilweise mit dem Stoff in dem Standrohr gefüllt ist und daß zur Messung der elektrischen Kapazität des so gebildeten veränderlichen Kondensators dieser mit Eingangsanschlüssen einer Meßschaltung verbunden ist.

Bei einer derartigen Anordnung des Meßwertaufnehmers ergibt sich der wesentliche Vorteil, daß alle fließfähigen Materialien, d.h. flüssige, pulverförmige oder auch gekörnte Stoffe, auf nichtmechanischem Wege gemessen werden können. Hierbei werden in dem in seinem Füllstand zu messenden Stoff nur geringe dielektrische Verschiebungsströme induziert und es tritt, da wenigstens eine der elektrisch leitenden Beschichtungen bzw. der durch die Beschichtungen gebildeten Kondensatorplatten von dem Stoff isoliert ist, keine elektrische Dissozierung auf. Ein derartiger

Meßwertaufnehmer ist einfach und billige in großen Stückzahlen mit großer Genauigkeit herzustellen.

Die an den Meßwertaufnehmer angeschlossene elektrische Schaltung ist ebenfalls verhältnismäßig einfach und demzufolge kostengünstig.

Je nach den räumlichen Verhältnissen und der Viskosität des zu messenden Stoffes können die den Kondensator bildenden Elektroden aus metallischen Beschichtungen bestehen, die außen auf dem Standrohr aufgebracht sind oder es kann eine Elektrode als metallischer Stab koaxial in dem Standrohr angeordnet sein, während die zweite Elektrode zylindertig auf dem Standrohr angebracht ist.

Wenn keine kontinuierliche Füllstandsmessung erforderlich ist, sondern eine stark digitalisierte Messung ausreicht, so kann wenigstens eine Beschichtung abschnittsweise auf dem Standrohr angebracht sein, wodurch sich mehrere diskrete Meßpunkte für die Füllstandsmessung ergeben.

Wenn der zu messende Stoff eine zu geringe Dielektrizitätskonstante oder eine zu geringe elektrische Leitfähigkeit aufweist, kann es vorteilhaft sein, wenn eine Art "Schwimmer" verwendet wird, der die entsprechenden elektrischen Eigenschaften besitzt und der mit dem zu messenden Stoff nicht vermischtbar ist. Der Schwimmer kann, da er keine mechanische Funktion auszulösen braucht, flüssig oder gekörnt sein.

Unabhängig davon, ob die die Kondensatorelektroden bildenden Beschichtungen abschnittsweise aufgebracht sind oder sich über die ganze Meßbereichslänge erstrecken, können unterschiedliche Meßschaltungen verwendet werden. Bei einem Ausführungsbeispiel wird die Kapazitätsänderung an dem Stand-

rohr mit einer Kapazitätsmeßbrücke gemessen, deren Diagonalspannung ein Maß für den Füllstand innerhalb des Standrohres ist. Bei einer anderen Gruppe von Ausführungsbeispielen wird die Kapazitätsänderung dazu verwendet, die Frequenz eines Oszillators zu verstimmen, wobei dann die Frequenzänderung das Maß für den Füllstand bildet. Die Frequenzänderung kann mit Hilfe von frequenzselektiven Verstärkern oder mit Hilfe eines FM-Demodulators oder mit Hilfe eines Digitalzählers ermittelt werden.

Je nach zu messendem Stoff kann es vorteilhaft sein, das Standrohr entweder mit rechteckigem oder mit ovalem Profil auszubilden, wobei dann bei diametraler Anordnung der Kondensatorplatten in Form von metallischen Beschichtungen diese jeweils auf den Längskanten aufgebracht sind.

Wenn es gewünscht ist, die Anzeigecharakteristik zu beeinflussen, so kann die elektrisch wirksame Fläche der Beschichtungen längs des Meßbereiches verändert werden.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 eine Füllstandsanzeigeeinrichtung gemäß der Erfindung, mit durchgehenden Beschichtungen des Standrohres, die sich im wesentlichen über die gesamte Standrohrlänge erstrecken und an einer Kapazitätsmeßbrücke angeschlossen sind, in schematischer Darstellung,

Fig. 2 das Standrohr nach Fig. 1, im Querschnitt und in einem anderen Maßstab,

Fig. 3 eine Füllstandsanzeigeeinrichtung gemäß der Erfindung, bei der die Beschichtungen entlang dem Standrohr in mehrere Bereiche aufgeteilt sind, die an einen in der Frequenz variablen Oszilla-

tor mit Filterverstärker angeschlossen sind, in schematischer Darstellung,

Fig. 4 eine Füllstandsanzeigeeinrichtung gemäß der Erfindung, bei der die eine Elektrode durch das elektrisch leitende Standrohr und die andere Elektrode durch einen koaxial darin angeordneten Leiter gebildet ist und

Fig. 5 eine Füllstandsanzeigeeinrichtung gemäß der Erfindung, bei der die Meßschaltung über einen Zeitmultiplexer mit den Beschichtungen des Standrohres verbunden ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Fig. 1 ist an einen mit einem fließfähigen Stoff 2 gefüllten Behälter 1 ein Standrohr 3 angeschlossen. Das Standrohr 3 weist die in Fig. 2 veranschaulichte Querschnittsgestalt auf und ist aus elektrisch nichtleitendem Material mit einer möglichst geringen Dielektrizitätskonstante und/oder geringen Wandstärke, beispielsweise Glas. Es können auch Materialien mit größerer Dielektrizitätskonstante verwendet werden, wenn die Wandstärke entsprechend dünn ist. Auf dem Standrohr 3 sind an den Längsseiten des ovalen Querschnittsprofiles zwei elektrisch leitende Beschichtungen 4 und 5 außen aufgebracht, die sich, bezogen auf die Rohrachse, diametral gegenüberstehen. Die Beschichtungen 4 und 5 können durch jedes bekannte Verfahren aufgebracht sein und brauchen nur sehr geringe Stärke aufzuweisen.

Wie in Fig. 1 ersichtlich, erstrecken sich die Beschichtungen 4, 5 über die Höhe H entlang der Längsachse des Standrohres 3. Mittels zweier Kontaktierungen 6 und 7, die an beliebiger Stelle der Beschichtungen 4, 5 angebracht sind, sind diese über zwei elektrische Leiter 8, 9 mit Eingangsklemmen 10, 11 einer mit 12 bezeichneten Meßschaltung ver-

bunden. Die Meßschaltung 12 weist eine an sich bekannte Kapazitätsmeßbrücke auf, die aus den Widerständen R_1 , R_2 und C_T besteht. Der Widerstand R_1 führt von der Eingangsklemme 10 zu einem Verknüpfungspunkt 13, an den der Widerstand R_2 angeschlossen ist, der zu dem Verknüpfungspunkt 14 führt, welcher seinerseits über den Kondensator C_T wieder mit der Eingangsklemme 11 verbunden ist. An die Eingangsklemme 10 und den Verknüpfungspunkt 14 ist eine Wechselspannungsquelle 15 angeschlossen. Der Verknüpfungspunkt 13 sowie die Eingangsklemme 11 sind mit einem Verstärker 16 bzw. dessen Eingangsklemme 18a und 18b verbunden. Der Ausgang 17 des Verstärkers 16 ist an eine Diode D angeschlossen, über die ein Meßinstrument 19 gespeist wird. Anstelle des veranschaulichten Drehspulmeßinstrumentes kann auch eine Digitalanzeigeeinrichtung verwendet werden.

Von den Beschichtungen 4, 5 des Standrohres 3 wird ein Kondensator C gebildet, dessen Kapazität die Größe C_0 aufweist, wenn sich in dem Standrohr 3 zwischen den beiden Beschichtungen 4, 5 kein zu überwachender Stoff 2 befindet, d.h. der Behälter 1 im wesentlichen leer ist. Wenn in den Behälter 1 der Stoff 2 eingefüllt wird, so steigt dieser gemäß dem Prinzip der kommunizierenden Röhre auch in dem Standrohr 3 auf und steht somit abhängig vom Füllstand zwischen den Beschichtungen 4, 5. Die Höhe des Füllstandes des Stoffes 2, bezogen auf die Unterkante der Beschichtungen 4, 5 sei mit h gemäß Fig. 1 bezeichnet.

Bei einem nichtleitenden Stoff 2 mit einer relativen Dielektrizitätskonstante ϵ_r ergibt sich die Kapazität C des von den Beschichtungen 4, 5 gebildeten Kondensators in Abhängigkeit des Füllstandes näherungsweise zu:

$$C \approx \epsilon_r \cdot \frac{h}{H} \cdot C_0 + \frac{H-h}{H} \cdot C_0 \approx (\epsilon_r - 1) \frac{h}{H} C_0 + C_0$$

Hierbei ist C_0 die Anfangskapazität des Kondensators, wenn sich kein zu messender Stoff zwischen den Kondensatorplatten befindet. Für reines (nichtleitendes) Wasser ist ϵ_r ungefähr 80, d.h. die Kapazität des von den Beschichtungen 4, 5 gebildeten Kondensators ist für $h = H$ etwa 80 mal so groß wie die Anfangskapazität C_0 .

Eine Leitfähigkeit des Stoffes 2 bewirkt durch teilweises Kurzschließen des Kondensatorinnenraumes ebenfalls eine Kapazitätsvergrößerung, da hierdurch der elektrisch wirksame Plattenabstand verringert wird. Für einen Plattenkondensator ergibt sich die Anfangskapazität mit

$$C_0 = \epsilon_0 \epsilon_r \frac{A}{b}$$

Hierbei sind ϵ_0 die Dielektrizitätskonstante des Vakuums, A die Plattenfläche und b der Plattenabstand. Wenn der Kondensatorzwischenraum durch einen elektrischen Leiter kurzgeschlossen wird, so erhöht sich die Kapazität des Kondensators umgekehrt proportional zu dem nunmehr elektrisch wirksamen Kondensatorplattenabstand.

Bei zunächst leerem Behälter 1 wird C_T so abgeglichen, daß sich entsprechend der Dimensionierung von R_1 und R_2 keine Spannung in der Brückendiagonalen 10, 13 ergibt, wenn in der Brückendiagonale 10, 14 durch die Wechselspannungsquelle 15 eine geeignete Wechselspannung eingespeist wird. Die Frequenz der eingespeisten Wechselspannung sollte etwa so bemessen sein, daß der Blindwiderstand von C_0 einen Wert von näherungsweise 100 k Ω nicht überschreitet.

2924556

Nach erfolgtem Abgleich von C_T ist somit die Eingangsspannung an den Klemmen 17, 18 des Verstärkers 16 null, wodurch das Anzeigegerät 19 auf seinem Anfangswert steht und den Füllstand null anzeigt.

Durch Einfüllen des Stoffes 2 in den Behälter 1 steigt der Stoff 2 auch zwischen den Beschichtungen 4, 5 des Standrohres 3 auf und verändert die Kapazität zwischen den Eingangsklemmen 10, 11 gemäß einer der obigen Gleichungen. Aufgrund des Anwachsens der Kapazität wird die Kapazitätsmeßbrücke der Meßschaltung 12 verstimmt und in dem Brückenzweig 11, 13 entsteht eine von der Kapazität C abhängige Diagonalspannung, die in den Verstärker 16 eingespeist wird. Der Verstärker 16 verstärkt die Diagonalspannung und führt sie über die Diode D dem Meßinstrument 19 zu. Das Meßinstrument 19, das beispielsweise in Prozent des maximalen Füllstandes geeicht sein kann, zeigt nunmehr den relativen Füllstand in dem Behälter 1 an.

Die Füllstandsanzeige des Instrumentes 19 erfolgt nahezu trägeheitslos und stellt auch in dem Bereich H eine kontinuierliche Überwachung dar, da zu jedem beliebigen Füllstand h ein eindeutiger Zeigerausschlag des Meßinstrumentes 19 gehört.

Bekanntlich besteht kein linearer Zusammenhang zwischen der Diagonalspannung zwischen den Verknüpfungspunkten 11 und 13 sowie der Kapazität zwischen den Verknüpfungspunkten 11 und 10. Falls dieser Umstand für die Füllstandsanzeige störend ist oder in einem bestimmten Bereich zu einer Zusammendrängung von Meßwerten führt,

in dem eigentlich ein gedehnter Anzeigebereich erwünscht ist, so kann durch entsprechende Gestaltung des Rohrquerschnittes oder der Umfangsbedeckung des Standrohres 3 durch die Beschichtungen 4, 5 eine nahezu beliebige andere Anzeigecharakteristik erzeugt werden. Eine Verringerung der Umfangsbedeckung führt nämlich zu einer Verringerung der Anfangskapazität in diesem Meßbereich und somit zu einem geringeren absoluten Kapazitätszuwachs, wenn dieser Meßbereich mit dem Stoff 2 gefüllt wird.

Im übrigen ist es auch möglich, je nach Viskositäts- oder Adhäsionseigenschaften des Stoffes 2 anstelle einer im wesentlichen ovalen Querschnittsgestalt des Standrohres 3 eine rechteckige Querschnittsform vorzusehen.

In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der neuen Füllstandsanzeigeeinrichtung dargestellt. Im Gegensatz zu dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1, bei dem die Beschichtungen 4, 5 des Standrohres 3 sich über nahezu dessen gesamte Länge erstrecken, sind bei diesem Ausführungsbeispiel die Beschichtungen in einzelne Teilmeßbereiche aufgeteilt und bilden die Beschichtungen 4a, 5a, 4b, 5b, 4c, 5c. Die Beschichtungen 4a bis 5c sind jeweils mit Kontaktierungen 6a - 7c versehen und hierüber mit den elektrischen Leitern 8 und 9 verbunden, die zu den Eingangsklemmen 10, 11 der Meßschaltung 12 führen. Die Meßschaltung 12 enthält bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 einen Oszillatator 20, der einen Transistor 21, einen Übertrager 22 sowie einen Widerstand 23 zur Arbeitspunkteinstellung des Transistors 21 beinhaltet. Die Sekundärseite des Übertragers 22 ist mit den Eingangsklemmen 11

und 10 verbunden, während die Primärseite des Übertragers 22 einends mit dem Kollektor des Transistors 21 verbunden ist und anderenends an den Widerstand 23 angeschlossen ist, der seinerseits mit seinem anderen Ende von der Eingangsklemme 11 beaufschlagt ist. Die Basis des Transistors 21 ist mit der Eingangsklemme 10 verbunden. Zwischen dem Emitter und dem Verknüpfungspunkt des Widerstandes 23 mit der Primärseite des Übertragers 23 ist eine Gleichspannungsquelle 24 eingeschaltet.

Der Kollektor des Transistor 21 ist über einen Kondensator 37 gleichspannungsfrei mit den Eingängen von drei frequenzselektiven Verstärkern 30, 40, 50 verbunden. Diese Verstärker 30, 40, 50 sind intern identisch aufgebaut, so daß es genügt, den Verstärker 30 im einzelnen zu erläutern.

Der Eingang 31 der frequenzabhängigen Verstärkungseinrichtung 30 ist über ein in bekannter Schaltungstechnik ausgeführtes Bandfilter 32 mit einem Eingang 33 eines Verstärkers 34 verbunden. Der Ausgang des frequenzunabhängigen Verstärkers 34 ist mit der Ausgangsklemme der frequenzabhängigen Verstärkungseinrichtung 30 verbunden. An die Ausgänge der frequenzabhängigen Verstärkungseinrichtungen sind jeweils Leuchtdioden (LED) 60, 61, 62 angeschlossen.

Wenn der Behälter 1 leer ist, so weisen die von den Beschichtungen 4a bis 5c gebildeten Kondensatoren ihren niedrigsten Kapazitätswert auf und bilden in der Parallelschaltung zusammen mit der Induktivität des Übertragers 22 einen Schwingkreis, der die Frequenz des Oszillators 20

bestimmt. Da keines der Bandfilter 32 der frequenzabhängigen Verstärkungseinrichtungen 30, 40, 50 auf diese Oszillatorkreisfrequenz abgestimmt ist, sind alle LED 60, 61, 62 dunkel und zeigen somit an, daß der Behälter entleert ist. Sobald nach Einfüllen des Stoffes 2 in den Behälter 1 der Füllstand soweit angestiegen ist, daß das Niveau in dem Standrohr 3 oberhalb der Beschichtungen 4a - 5a steht, ergibt sich eine größere Schwingkreiskapazität und somit eine niedrigere Frequenz des Oszillators 20.

Beispielsweise das Bandfilter 32 der frequenzabhängigen Verstärkungseinrichtung 30 ist auf diese Oszillatorkreisfrequenz abgestimmt, so daß das Oszillatorkreisignal in den Verstärker 34 gelangt, dort verstärkt wird und der LED 60 zugeführt wird und diese zum Aufleuchten bringt.

Diese Oszillatorkreisfrequenz bleibt solange erhalten, bis der Füllstand des Stoffes 2 in dem Behälter 1 soweit angestiegen ist, daß sich nunmehr die Säule des Stoffes 2 auch zwischen den Beschichtungen 4b, 5b befindet. Die resultierende Schwingkreiskapazität des Oszillators 20 wird dadurch weiter vergrößert, wodurch der Oszillator 20 nunmehr auf einer dritten, weiter erniedrigten Frequenz schwingt. Da die frequenzabhängige Verstärkungseinrichtung 30 mittels des Bandfilters 32 auf die zweite Oszillatorkreisfrequenz abgestimmt ist, erlischt nunmehr die LED 60 und es leuchtet die LED 61 auf, weil die frequenzabhängige Verstärkungseinrichtung 40 auf diese dritte Oszillatorkreisfrequenz abgestimmt ist.

Sobald der Füllstand in dem Behälter 1 die Beschichtungen 4c, 5c erreicht, erlischt die LED 61 und es leuchtet wegen der weiter geänderten Frequenz des Oszillators 20 die LED 62 auf.

Damit nicht beim allmählichen Übergang von einem Füllstand auf den nächsten zwischenzeitlich alle LED 60, 61, 62 aus sind und somit fälschlich einen leeren Behälter anzeigen, müssen sich die Durchlaßfrequenzbereiche der Verstärker 30, 40, 50 geeignet überlappen.

Beim Absinken des Füllstandes in dem Behälter 1 leuchten die LED 60, 61, 62 entsprechend in umgekehrter Reihenfolge auf. Mit Hilfe einer derartigen Schaltungsanordnung ist es möglich, einzelne Füllstände des Behälters 1 zu erfassen, wobei die Anzeige jeweils über einen gewissen Füllstandsbereich erhalten bleibt. Auch bei dieser Schaltungseinrichtung spricht die Anzeige verzögerungslos auf das Erreichen eines vorbestimmten Füllstandes an.

Anstatt die einzelnen Beschichtungen 4a - 5c mit getrennten Kontaktierungen zu versehen, besteht die Möglichkeit, die galvanische Verbindung zwischen den einzelnen Beschichtungen bereits im Rahmen des Aufbringens der Beschichtungen 4a - 5c vorzunehmen. Hierzu wird die Beschichtung zwischen den einzelnen Bereichen mit einer so geringen Umfangsbedeckung des Standrohres 3 ausgeführt, daß hierdurch praktisch keine zusätzlichen Parallelkapazitäten auftreten. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, ändert sich die Gesamtkapazität der Anordnung auch dann nicht wesentlich, wenn sich die Höhe des Füllstandes zwischen zwei Beschichtungsbereichen verändert.

Da die Frequenz des Oszillators 20 ein Maß für den Füllstand darstellt, kann anstelle der frequenzabhängigen Verstärkungseinrichtungen 30, 40, 50 auch ein nicht dargestellter digitaler Frequenzmesser angeschlossen werden, durch den in Abhängigkeit von der ermittelten Oszillatorkreisfrequenz die Anzeigeeinrichtungen betrieben werden.

Auch ist es möglich, die Oszillatorspannung in einen nicht dargestellten FM-Demodulator einzuspeisen, dessen Ausgangsspannung einem sog. Fensterdiskriminator zugeführt wird, der eine Anzeigeeinrichtung treibt.

Ebenso wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 kann auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 das Standrohr 3 mit unterschiedlichem Querschnittsprofil ausgeführt sein, wodurch eine ähnliche Wirkung wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 erzielt wird.

Wenn der in den Behälter 1 eingefüllte Stoff 2 eine zu geringe Dielektrizitätskonstante und/oder keine elektrische Leitfähigkeit aufweist, die in der Folge zu einer zu geringen relativen Kapazitätsänderung der von den Beschichtungen 4a bis 5c gebildeten Kondensatoren führen würde, so kann es zweckmäßig sein, in dem Standrohr 3 einen Schwimmer vorzusehen, der gemäß dem Füllstand von dem Stoff 2 in dem Standrohr 3 gehoben und gesenkt wird. Weil dieser Schwimmer keine mechanischen Funktionen auszulösen braucht, sondern nur die Kapazität der von den Beschichtungen 4a bis 5c gebildeten Kondensatoren verändern soll, muß das gewählte Schwimmermaterial eine genügend hohe relative Dielektrizitätskonstante und/oder elektrische Leitfähigkeit aufweisen; im übrigen kann der Schwimmer in Form einer Flüssigkeit oder gekörnt vorliegen, jedoch darf er bei diesen physikalischen Zuständen mit dem Stoff 2 nicht vermischtbar sein, bzw. in diesem versinken.

Es ist offensichtlich, daß bei den gemäß Fig. 3 abschnittsweise angeordneten Beschichtungen auch die Meßschaltung nach Fig. 1 verwendet werden kann, während umgekehrt bei durchgehenden Beschichtungen gemäß Fig. 1 die Meßschaltung nach Fig. 3 einsetzbar ist.

In Fig. 4 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Füllstandsanzeigeeinrichtung dargestellt. Hierbei besteht das Standrohr 3 aus elektrisch leitendem Material und bildet auf diese Weise die eine Elektrode des Kondensators, während die andere Elektrode durch einen koaxial angeordneten elektrisch leitenden Stab 70 gebildet wird, der nichtleitend beschichtet ist. Die an den so gebildeten Kondensator angeschlossene Meßschaltung 12 entspricht der Meßschaltung nach Fig. 1, weshalb sich eine Beschreibung der Wirkungsweise erübrigt. Diese koaxiale Anordnung der beiden Kondensatorelektroden bietet den Vorteil der geringeren Störeinstrahlung und folglich je nach den Umgebungsbedingungen eine stabilere Anzeige.

Anstelle eines elektrisch leitenden Standrohres 3 kann auch, wie bei den vorigen Ausführungsbeispielen, ein elektrisch nichtleitendes Standrohr verwendet werden, auf dessen Umfangsfläche eine elektrisch leitende Beschichtung angebracht ist. Diese elektrisch leitende Beschichtung kann durchgehend ausgeführt werden, womit dann eine kontinuierliche Füllstandsmessung möglich wird oder sie kann sich in einzelnen Ringen auf dem Standrohr befinden, was dann, je nach Abstand, eine mehr oder weniger stark digitalisierte Messung des Füllstandes ergibt.

Die Meßschaltung 12, die in Fig. 4 veranschaulicht ist, kann durch eine Meßschaltung ersetzt werden, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist.

Wenn nicht für jeden aus den Beschichtungen gebildeten Kondensator eine eigene Meßschaltung 12 vorgesehen werden soll, so besteht auch die Möglichkeit, die Meßschaltung im Multiplexverfahren nacheinander mit den einzelnen durch die Beschichtungen gebildeten Kondensatoren zu verbinden, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist.

Im Gegensatz zu der Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Fig. 3 wird bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 die Meßschaltung 12 über einen Zeitmultiplexer betrieben. Die elektrisch leitenden Beschichtungen 5a, 5b und 5c sind mit den Schaltern 82a, 82b und 82c verbunden. Die Ausgangsanschlüsse der Schalter 82a, 82b und 82c sind an den Eingang 10 der Meßschaltung 12 angeschlossen. Der Anschluß 11 der Meßschaltung ist hingegen unmittelbar mit den elektrisch leitenden Beschichtungen 4a, 4b und 4c verbunden.

Die Schalter 82a, 82b und 82c bilden zusammen die Eingangsschaltergruppe 80 des Zeitmultiplexers.

Der Ausgang der Meßschaltung 12 ist mit der Ausgangsschaltergruppe 81 des Zeitmultiplexers verbunden, der die Schalter 83a, 83b und 83c enthält. Jeder der Schalter 83a - 83c ist mit einer der Leuchtdioden 60, 61 oder 62 verbunden. Die synchrone Steuerung der Eingangsschaltergruppe 80 und der Ausgangsschaltergruppe 81 ist durch die gestrichelte Linie 84 symbolisiert.

Beim Betrieb der Füllstandsanzeigeeinrichtung nach Fig. 5 werden durch die Eingangsschaltergruppe 80 die einzelnen Beschichtungen 5a - 5c zeitlich nacheinander mit dem Eingang 10 der Meßschaltung 12 verbunden. Synchron mit den Schaltern der Eingangsschalterbaugruppe 80 werden die Schalter 83a, 83b und 83c der Ausgangsschaltergruppe 81 betätigt, so daß jeweils die zu der betreffenden elektrisch leitenden Beschichtung gehörende Leuchtdiode mit dem Ausgang der Meßschaltung 12 verbunden ist.

Wenn der Behälter 1 soweit gefüllt ist, daß sich der Stoff 2 zwischen den elektrisch leitenden Beschichtungen 4b und 5b befindet, so leuchtet die Diode 60 auf, wenn die Schalter 82a und 83a ge-

030064/0040

schlossen sind. Nachdem dieser Schalterzustand eine vorbestimmte Zeit angehalten hat, werden die Schalter 82a und 83a wieder geöffnet und die Schalter 82b und 83b geschlossen, was zu einem Verlöschen der Leuchtdiode 60 und einem Aufleuchten der Leuchtdiode 61 führt. Ebenfalls nach einer vorbestimmten Zeit werden die Schalter 82b und 83b geöffnet und die Schalter 82c und 83c geschlossen. Da sich der Stoff 2 nicht zwischen den elektrisch leitenden Beschichtungen 4c und 5c befindet, bleibt die zugehörige Leuchtdiode 62 dunkel. Nachdem die Meßzeit für die Kapazität der elektrisch leitenden Beschichtungen 4c und 5c abgelaufen ist, werden die Schalter 82c und 83c geöffnet und es beginnt ein neuer Meßzyklus mit dem Schließen der Schalter 82a und 83a.

Es ist klar, daß obwohl die Schalter 82a bis 83c als mechanische Schalter dargestellt sind, genauso gut elektronische Schalter in Form von Transistoren verwendet werden können, die dann in entsprechender zeitlicher Reihenfolge von einer zentralen Steuerung betätigbar sind. Je nachdem, mit welcher Genauigkeit die Meßschaltung 12 arbeiten soll, ändert sich der notwendige Bauteileaufwand, so daß es unter Umständen eine kostengünstigere Lösung ist, wenn die Meßschaltung 12, wie in Fig. 5 dargestellt, im Zeitmultiplexverfahren mit den einzelnen elektrisch leitenden Beschichtungen verbunden wird.

-94-
Leerseite

- 29 -
2924556

Nummer:
Int. Cl. 2:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:
29 24 558
G 01 F 23/26
19. Juni 1979
22. Januar 1981

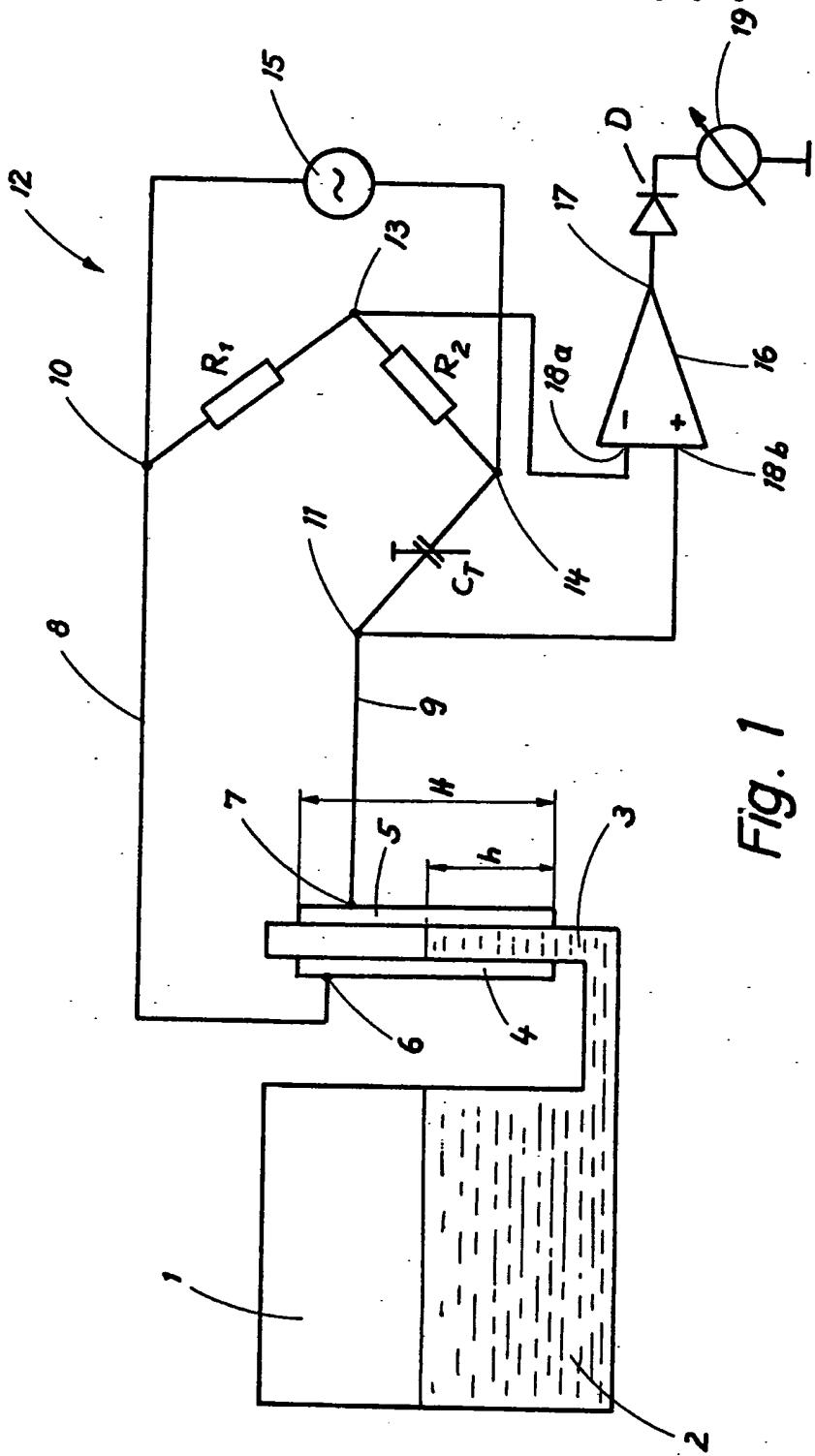


Fig. 1

030064/0040

10-06
-25-

2924556

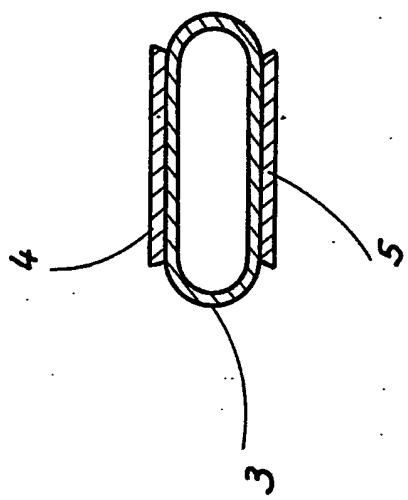


Fig. 2

030064/0040

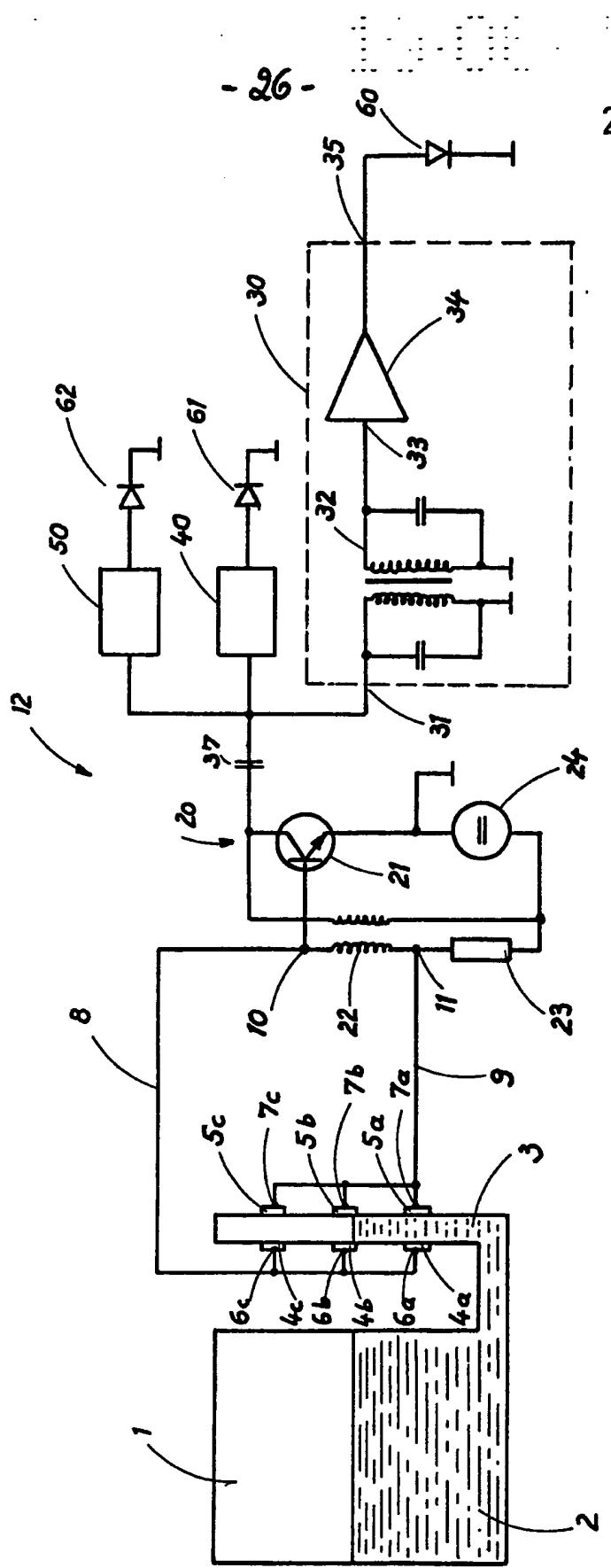


Fig. 3

030064/0040

19-06

- 27 -

2924556

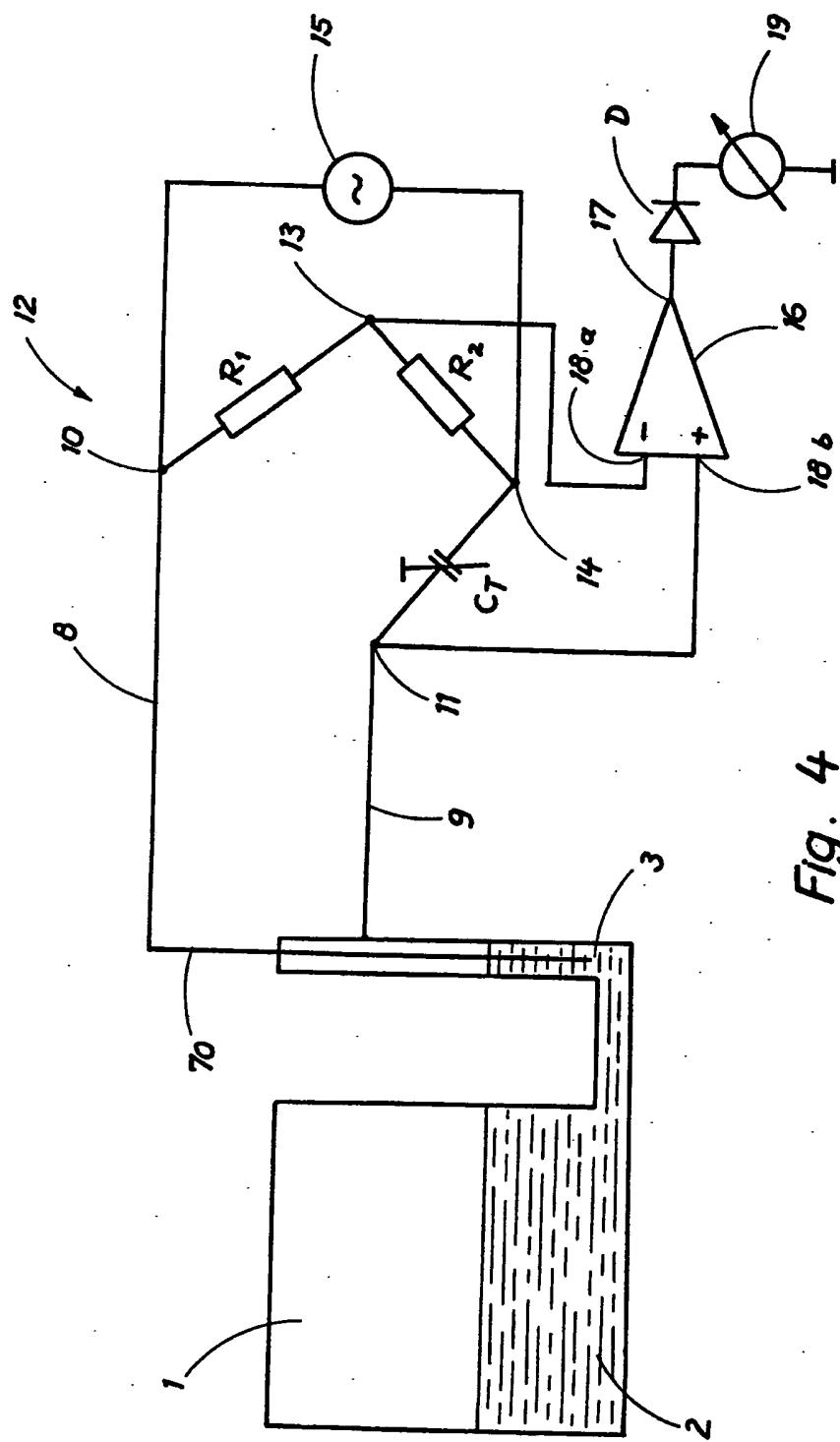


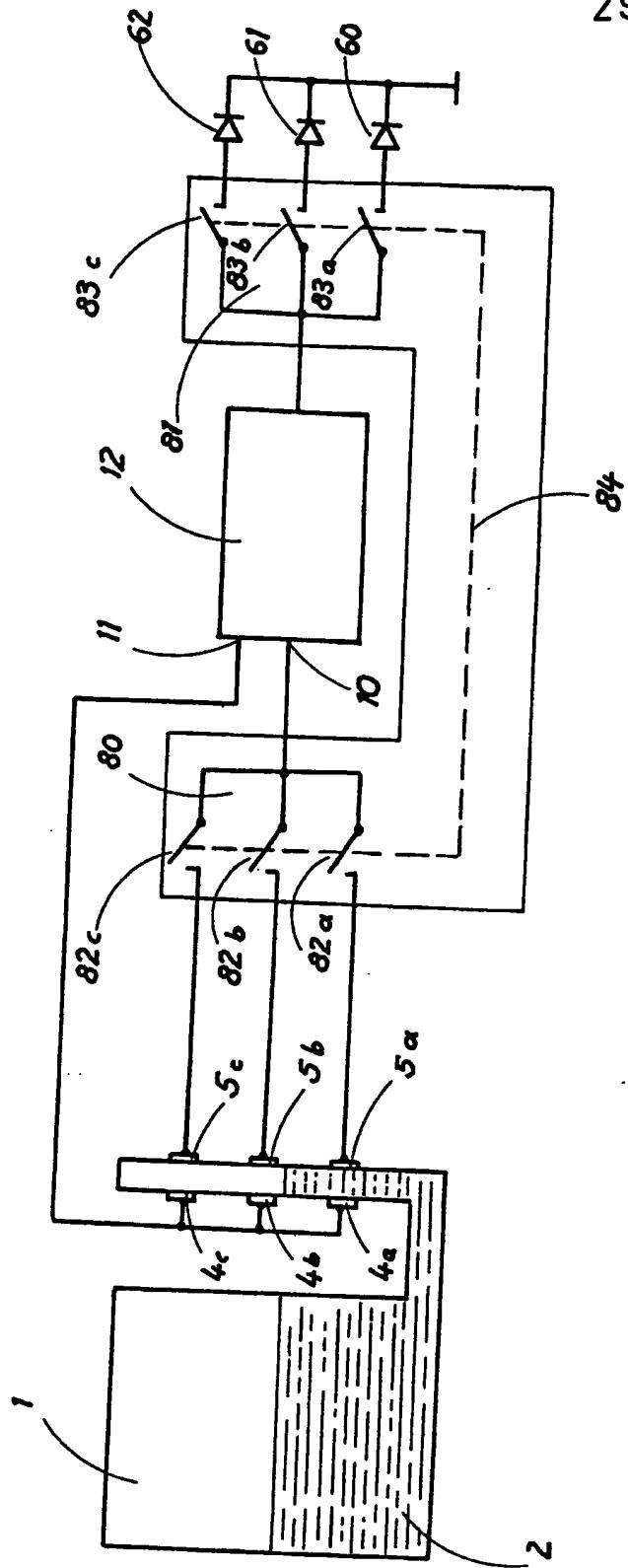
Fig. 4

030064/0040

- 28.

2924556

Fig. 5



030064/0040